Aus dem Neurologischen Ambulatorium
an der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Basel
(Vorsteher: Prof. Rob. Bing)

Die posthemiplegische Kontraktur und ihre Erklärung.

*

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von
JULIUS KATZ
aus Butzbach in Hessen

1936

Buch- und Kunstdruckerei K. Schneider, Butzbach (Oberhessen)

Aus dem Neurologischen Ambulatorium
an der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Basel
(Vorsteher: Prof. Rob. Bing)

Die posthemiplegische Kontraktur und ihre Erklärung.

*

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von
JULIUS KATZ
aus Butzbach in Hessen

1 9 3 6

Buch- und Kunstdruckerei K. Schneider, Butzbach (Oberhessen)

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Prof. Rob. Bing.

Tag der Promotion: 14. Dezember 1935.

Die posthemiplegische Kontraktur und ihre Erklärung.

In dem Residuärstadium der cerebralen Hemiplegie pflegt sich in den allermeisten Fällen ein so charakteristisches Bild bezüglich der Ausbildung von Kontrakturen der Extremitätenmuskeln zu entwickeln, das uns die Diagnose — posthemiplegischer Zustand — auf den ersten Blick zu stellen ermöglicht.

So zeigt sich am hemiplegischen Bein im ganzen eine Streckkontraktur, eine Kontraktur aller derjenigen Muskeln, die das Bein beim Gang verlängern.

Die untere Extremität wird beim Gehen wie eine Stelze benutzt; der Fuß, der in Equinovarusstellung steht, in der typischen Circumduction, mit einem nach außen gerichteten Bogen nach vorn bewegt, wobei die Fußspitze schleifend über den Boden geführt wird.

Im einzelnen betrachtet, ergeben sich am Bein folgende Verhältnisse: im Hüftgelenk finden wir außer einer Kontraktur der Strecker Hypertonien der Adduktoren und Innenrotatoren. Kontrakturiert sind ferner der Quadriceps femoris, der Strecker des Unterschenkels, sowie die Plantarflexoren und die Zehenbeuger.

Am Arm werden vor allem die „Verkürzer" von den Kontrakturen ergriffen. Auffallend ist zunächst die Beugekontraktur im Ellenbogen, wobei der Unterarm etwa rechtwinklig gehalten wird. Im Schultergelenk zeigt sich meist eine Kontraktur der Armsenker. Stets sind die Innenrotatoren kontrakturiert; der Arm steht daher einwärts gedreht. Konstant beobachten wir Hypertonien der Pronatoren, die der Hand die charakteristische Pronationshaltung geben.

Die Hand und die Finger stehen gewöhnlich in Flexion, der Daumen ist adduziert und gebeugt.

Abweichungen von dieser typischen Verteilung der Kontrakturen sind von verschiedenen Autoren beschrieben worden, doch sind diese Ausnahmen sehr selten.

MANN fand z. B. an der oberen Extremität Kontrakturen der Extensoren, ja, sogar Kontrakturen in den Beugern und Streckern, wobei die Unterarmhaltung zwischen Flexion und Extension wechselte. Die Flexionsstellung der Hand fehlte in den Fällen, in denen sich die obere Extremität in Streckstellung befand.

FOERSTER sah Beugekontrakturen in Knie und Hüfte, Abduktion der unteren Extremität, Außenrotation des Oberschenkels und ganz selten Dorsalflexion des Fußes.

Eine Flexionsparaplegie cerebralen Ursprungs mit Steigerung der Defensivreflexe gegenüber Schmerzreizen bei Herabsetzung der Sehnenreflexe beobachtete ALAJOUAINE. Autoptisch ergaben sich in diesem Falle anatomische Veränderungen der Pyramidenbahn in der Rinde sowie der Zentralganglien.

PINEAS beschrieb eine eigenartige Zwangshaltung nach Hemiplegie, die ebenfalls von dem charakteristischen Habitus des Hemiplegikers abweicht.

Neuerdings veröffentlichte VISANI einige Ausnahmen von der klassischen Form der posthemiplegischen Kontraktur.

So fand er an den Händen statt Flexionsstellung einmal eine „Geburtshelferhand", bei einem zweiten Fall „Krallenfinger", ein drittes Mal Streckung von Daumen und Zeigefinger mit gleichzeitigem Schluß der anderen Finger zur Faust.

In einem anderen Falle war der Daumen in Hakenform überstreckt, während die übrigen Finger in Beugestellung standen.

Ganz selten beobachtete er Streckkontraktur von Ober- und Unterarm, sowie Senkung der Schulter statt Erhebung.

An der unteren Extremität zeigte sich einmal eine extreme Beugestellung im Knie.

Interessant ist seine Beobachtung eines Hemiplegikers, dessen beide Beine in Flexionsstellung standen, wobei die Kontrakturen auf der Seite der Hemiplegie stärker ausgeprägt waren.

Besonders aber sind Abweichungen vom Prädilektionstypus bei der Hemiplegia spastica infantilis zu konstatieren, sofern die Pyramidenbahnen von vornherein fehlen oder sehr früh unterbrochen worden sind.

In diesen Fällen finden wir zwar an der oberen Extremität auch Beugekontraktur im Ellenbogen, Pronations- und Flexionsstellung der Hand, aber an der unteren Extremität sehr oft in der Hüfte Kontraktur in Beugestellung, ebenso statt Streckung im Knie Flexion. Fast immer stehen alle Zehen dorsalflektiert, häufig beobachtet man ausgeprägte Hohlklauenfußstellung.

Die Kontrakturstellung wechselt auch häufig bei dem gleichenn Kranken, manchmal scheinbar spontan, öfters aber unter dem Einfluß von äußeren Reizen.

So teilte HITZIG schon mit, daß die Kontrakturen morgens geringer seien und erst im Laufe des Tages mit der Bewegung stärker würden. Auch der Versuch der aktiven willkürlichen Beeinflussung der Kontraktur führt zu ihrer Verstärkung.

Dagegen kann man die spastischen Hypertonien durch ein warmes Bad, durch Narkose oder durch Blutleere der betreffenden Extremität durch Anlegen der Esmarch'schen Binde (BRISSAUD UND BABINSKI) zur Lösung bringen.

Kälteeinwirkung, offene Wunden an den kontrakturierten Gliedern, kutane Applikation von faradischem Strom, verstärken die Kontrakturen.

Daß die periphere Sensibilität einen Einfluß auf die Ausbildung der Spasmen haben muß, schloß man auch aus der Beobachtung, daß Tabiker nach Hemiplegien kaum Kontrakturen aufweisen.

Psychische Faktoren haben ebenfalls einen Einfluß auf die Hypertonien. So kommt es durch Gemütsbewegung, z. B. Schreck oder plötzliche Erregungen, zu einer Steigerung der Spasmen.

Nach FOERSTER sollen andauernde Obstipation, Darmkoliken, länger dauernde Diarrhöen gleichfalls die Hypertonien erhöhen.

Will man durch passive Bewegung die Kontraktionsstellung ändern, so fühlt man einen elastisch-federnden Widerstand, der um so größer ist, je stärker und plötzlicher man das Glied aus seiner Lage zu bringen versucht, während bei vorsichtiger und langsamer passiver Bewegung die Hypertonie leicht zu überwinden ist.

Einer besonderen reflektorischen Beeinflussung unterliegt die Kontrakturstellung schließlich durch die sogenannten Haltungs- und Stellreflexe.

MAGNUS hat zuerst auf die Beziehungen zwischen Kopfstellung und Tonus der Körpermuskulatur hingewiesen und Labyrint-, Hals-, Körper- und Augenstellreflexe unterschieden. Diese Verhältnisse haben dann SIMONS und neuerdings REICH beim Hemiplegiker eingehend untersucht.

Es ist wohl anzunehmen, daß beim Auftreten dieser Symptome auch Teile des extrapyramidalen Systems zerstört worden sind.

STRÜMPELL hat schon darauf hingewiesen, daß die ganze Pathologie der Hemiplegie in zu einseitiger Weise auf Ausfall der Pyramidenbahnen eingestellt worden ist.

AUSTREGESILO bezeichnet sogar jede Kontraktur bei der sogenannten „Kapselhemiplegie" als pyramidal-extrapyramidal, da er in fast allen Fällen von Hemiplegie Erscheinungen von Seiten des Striatums oder Pallidums bezw. Thalamus gefunden zu haben glaubt. Nach SIMONS' Mitteilungen verursachte bei einer Reihe von Hemiplegikern z. B. eine Kopfdrehung nach der nicht gelähmten Seite an der oberen Extremität eine Zunahme des Beugetonus im Ellenbogen, des Adduktionstonus der Schulter, meist verbunden mit einer Handstreckung.

Bei der gleichen Kopfdrehung war auch der Beugetonus in Knie und Hüfte verstärkt. Der Fuß stellte sich in Dorsalflexion und Supination.

Wurde der Kopf nach der gelähmten Seite gedreht, so erhöhte sich der Strecktonus im Ellenbogen, Knie und in der Hüfte. Gleichzeitig beobachtete er Zunahme des Adduktionstonus der Schulter und Handstreckung, am Bein meist stärkeren Adduk-

tionstonus in der Hüfte, sowie Dorsalflexion und Supination des Fußes.

Eine Kopfbeugung nach vorn ergab meist eine Tonussteigerung im Sinne der Streckung und Adduktion in den gleichen Gelenken, seltener stärkeren Flexions- und Abduktionstonus, die dagegen meist bei Kopfbeugung nach hinten auftraten.

Diese Tonusveränderungen waren am ausgeprägtesten in Schulter, Ellenbogen, Hüfte und Knie, während die Muskulatur der Fuß- und Zehengelenke überhaupt nicht beeinflußt wurden.

Auf den durch den Kopf erzwungenen Tonus hatten weder die Herdseite noch die Stärke der Lähmung, die Kontrakturen oder die corticalen Gefühlsstörungen irgend welchen Einfluß.

REICH behauptet, daß durch die Hals-, Labyrinth-, Augenreflexe, sowie durch Aenderung der Extremitätenlage in ihrem Verhältnis zueinander und in ihrer Lagebeziehung zum Rumpf (kinästhetische Faktoren) die Kontrakturstellung wechselt. Alle diese Faktoren beeinflussen sich auch gegenseitig, wobei aber die Halsreflexe dominieren.

Er glaubt, daß „in jedem einzelnen Fall von Hemiplegie jeder besonderen Kopflage eine andere Extremitätenstellung entspreche".

Seine Anschauungen über die Entstehung der posthemiplegischen Kontraktur werden an einer anderen Stelle noch dargelegt werden.

Diese zentral bedingten Kontrakturen haben noch eine Anzahl charakteristischer Zeichen, die sie weiterhin von den peripheren Muskelkontrakturen unterscheiden.

Die tonischen Spasmen sind begleitet von Steigerungen der Sehnenreflexe, manchmal von typischen Mitbewegungen athetotischer oder choreatischer Art und öfters von pathologischen Reflexen, z. B. vom BABINSKI'schen, MENDEL-BECHTEREW'schen, OPPENHEIM'schen, ROSSOLIMOschen, BING'schen, PIOTROWKI'schen und MONAKOW'schen Zeichen.

Stets fehlen nach Hemiplegien stärkere Muskelatrophien mit elektrischer Entartungsreaktion, da ja die Verbindung mit dem trophischen Zentrum im Rückenmark nicht gestört ist.

Außer an den Extremitäten wurden übrigens in ganz vereinzelten Fällen nach Hemiplegien Kontrakturen im Facialis-Gebiet, in den Halsmuskeln und in der Zunge gesehen.

Wenn wir uns nun im folgenden mit der Frage der Entstehung der posthemiplegischen Kontraktur befassen, so sind es vor allem zwei Punkte, die zu klären sind: erstens, warum überhaupt in dem Residuärstadium der Hemiplegie Kontrakturen auftreten, und zweitens, warum diese gerade bestimmte Muskelgruppen bevorzugen.

Die älteren Theorien berücksichtigen noch nicht diesen zweiten Punkt der Fragestellung, sie kennen keine „Dissoziation der Lähmungen und der Kontrakturen".

FOLLIN betrachtet die Kontrakturen als eine rein mechanische Retraktion der Muskeln und Weichteile.

Man erkannte aber bald, daß nicht einfache mechanische Retraktion die Ursache der Kontrakturen sein könnte.

Diese Erkenntnis führte dann zu den Theorien, die beim Hemiplegiker eine gesteigerte Tätigkeit der Ganglienzellen im Vorderhorn des Rückenmarks annehmen, die sich klinisch in Tonussteigerung und Verstärkung der Sehnenreflexe ausdrückt.

Als Ursache dieser gesteigerten Aktivität nimmt ein Teil der älteren Autoren Reizerscheinungen, ein anderer Ausfallserscheinungen von Seiten der Pyramidenbahn und schließlich MURATOFF eine Kombination von Reiz- und Ausfallserscheinungen an.

DURAND-FARDELL u. a. verlegen den die Hypertonie bedingenden Reizzustand ins Gehirn. So stellte sich vor allem DUCHENNE vor, daß diese Reizerscheinungen von Entzündungsvorgängen im Blutungsherd ausgingen.

Nach BOUCHARD und CHARCOT sind die spastischen Kontrakturen als Folgezustand der secundären Degeneration der Pyramidenbahn aufzufassen. Die dabei entstehenden Zersetzungsprodukte sollen die Vorderhornzellen zu vermehrter Tätigkeit anregen.

Anatomische Untersuchungen (MONAKOW) ergaben aber, daß die Kontrakturen auch nach völliger Resorption der Pyramidenbahn fortbestehen.

Weiter wurde gegen diese Theorie geltend gemacht, daß auch beim Fehlen der Pyramidenbahn die selbe Steifigkeit der Muskulatur und Reflexsteigerungen zu beobachten sind, also in Fällen, bei denen keine Zersetzungsprodukte auf die Ganglienzellen irritativ einwirken können. Zudem tritt die Reflexsteigerung meist schon auf, wenn die secundäre Degeneration noch garnicht begonnen hat.

Eine andere Reiztheorie hat ERBEN aufgestellt. Und zwar sollte eine die secundäre Degeneration der Pyramidenbahnen begleitende Gefäßerkrankung zu einer chronischen Hyperaemie des Rückenmarks führen, die wiederum eine erhöhte Tätigkeit der Vorderhornzellen verursachen würde.

STERNBERG hat aber schon darauf hingewiesen, daß weder Gefäßveränderungen, noch Hyperaemie in den betreffenden Fällen konstant zu finden sind.

Im übrigen gelten gegen diese Theorie ein Teil der oben angeführten Tatsachen.

HITZIG hat bereits 1872 auf die Bedeutung der subcortikalen Zentren für die Ausbildung der Kontrakturen aufmerksam gemacht. Er faßte die Kontrakturen als ge-

steigerte Mitbewegungen auf. Innerhalb einzelner, zur Mitbewegung präformierter Abschnitte des Zentralnervensystems entwickelt sich ein Reizzustand, durch welchen die Innervationsimpulse beim Betreten dieses Abschnittes eine abnorme Verteilung erleiden. Die Kontraktur, die anfänglich nur kurzdauernd ist, nimmt dann allmählich in dem Maße wie die Reizung der betreffenden morphologischen Elemente zu, die schließlich die Erregung für längere Dauer behalten, sodaß die Kontraktur eine stabile wird.

Später (1904) hat er nochmals hervorgehoben, daß neben dem Ausfall der Hemmung ein Reizzustand von Teilen grauer Substanz und unkoordinierte Einwirkungen von Willensimpulsen via Haubenbahn für die Ausbildung der Kontrakturen hinzutreten müßten.

Die zweite Gruppe der älteren Autoren nahm als Ursache der gesteigerten Tätigkeit der Vorderhornzellen zwar richtig den Fortfall des hemmenden Einflusses der Pyramidenbahn an, stimmt also hierin mit unseren heutigen Auffassungen überein, doch genügt diese Erkenntnis allein noch nicht zur Klärung des Problems.

Es war wohl zuerst WESTPHAL, der die Funktionssteigerung der Vorderhornzellen durch den Verlust der Pyramidenhemmungen erklärte.

STERNBERG führte die Reflexsteigerungen und Kontrakturen ebenfalls auf den Wegfall dieser hemmenden Einflüsse zurück, zur Ausbildung der Kontrakturen müßten aber noch bestimmte „bahnende Momente" hinzutreten.

Nach LEYDEN und GOTTSCHEIDER sind Hypertonie und Reflexsteigerung zwar als das Resultat des Fehlens der Hemmungen anzunehmen, sie glauben aber nicht an spezifisch reflexhemmende Bahnen.

Die Theorie von ADAMKIEWICZ enthält bereits Gedankengänge, die sich zum Teil den heutigen nähern. Er nimmt an, daß eine durch die Pyramidenbahn verlaufende Erregung eine willkürliche Bewegung hervorrufen und gleichzeitig den Muskeltonus herabsetzen würde. Ein durch die Hinterstränge gehender Innervationsstrom soll dagegen auf den Tonus erregend wirken und die willkürliche Bewegung hemmen.

Durch Wegfall der Pyramidenbahn kommt es dann zur ausschließlichen Hinterstrangsinnervation, d. h. zu Tonussteigerung und Parese.

Mit diesen Anschauungen stimmt FREUD teilweise überein, die Kontrakturen führte er aber auf das „Verhältnis der Rückenmarksinnervation zu jener, welche das Gehirn ausübt, zurück". Das isolierte Rückenmark stellt dann eine spastische Innervation her.

PIERRE MARIE verlegt die motorische Triebkraft in das Rückenmark selbst. Die Pyramidenbahn hemmt diese dau-

ernd und so muß bei ihrem Ausfall eine Dauerkontraktur entstehen.

GOWERS vermutete die reflexhemmenden Apparate in den „Endstrukturen der Pyramidenbahn" im Rückenmark, auf die die secundäre Degeneration übergeht. Da die Tendenz zur Steigerung der Aktivität nur gering sei, müßten sich die Kontrakturen erst nach einiger Zeit entwickeln.

MYA und LEVI nehmen an, daß die Rückenmarkszellen, die beim Erwachsenen unter Abhängigkeit der Rindenzellen stehen, bei ihrer Isolierung erst allmählich eine gewisse Selbständigkeit erhalten und die Kontraktur deshalb nach den Stadium der schlaffen Lähmung einsetzt.

VAN GEHUCHTEN bemühte sich zu beweisen, daß die hemiplegischen Kontrakturen nicht anders entstehen, als die nach peripheren Lähmungen.

Der Muskeltonus, so führt er aus, steht physiologisch unter dem hemmenden Einfluß der Pyramidenbahn und unter dem erregenden einer cortico-cerebello-spinalen Bahn. Beide Bahnen, die in der inneren Kapsel nebeneinander verlaufen, werden durch eine Blutung gemeinsam zerstört. Dann entwickelt sich eine schlaffe Lähmung und die Kontrakturen entstehen secundär durch Muskelretraktion.

In einer späteren Arbeit berücksichtigte er auch die Dissoziation der Lähmung und der Kontraktur. Der Kontrakturzustand lokalokalisiert sich in den nicht völlig gelähmten Muskeln und diese Muskeln überwiegen dann durch Zugwirkung über ihre gelähmten Antagonisten.

Wie schon angedeutet, war es vor allem MANN, der das verschiedene Verhalten der einzelnen Muskelgruppen nach dem Stadium der schlaffen Lähmung klar hervorhob.

Sein Lehrer WERNICKE hat schon vor ihm auf diese Tatsachen hingewiesen, besonders bezüglich der Lähmungsverteilung an der unteren Extremität. Hier fand er, daß die Strecker des Kniegelenkes und die Plantarflexoren des Fußgelenkes nach einiger Zeit ihre Beweglichkeit wiedererlangen, während ihre Antagonisten, die Beuger des Kniegelenks und die Dorsalflexoren des Fußgelenkes dauernd paretisch bleiben. Er erkannte schon schon damals richtig, wie wichtig gerade diese Muskeln, die ihre Beweglichkeit wiedererlangen, für die Erhaltung des Ganges sind, ein Umstand, dem bei der späteren phylogenetischen Betrachtung der Kontrakturen eine besondere Bedeutung zukommt.

MANN beobachtete dann, daß nicht nur die Lähmung, sondern auch die Kontrakturen eine gesetzmäßige Verteilung zeigen, daß diese Hypertonien sich auf bestimmte, eine physiologische Bewegungseinheit darstellende Muskelgruppen beschränkt. Für das Zustandekommen der Kontrakturen ist nach seinen Anschauungen die teilweise Intakt-

heit der Pyramidenbahnen unbedingt erforderlich. Nur in den nicht völlig gelähmten Muskeln sieht er Kontrakturen auftreten. Er glaubte, daß die erregenden Fasern für eine Muskelgruppe mit den hemmenden der Antagonisten zusammenlaufen bezw. mit ihnen identisch sind. Bei der Hemiplegie sind nach MANN gewisse Muskeln gelähmt durch den Ausfall ihrer erregenden Fasern. Damit fehlen aber auch die Hemmungs-Fasern für die antagonistische Muskelgruppe, die infolgedessen in Kontraktur geraten muß.

Gegen diese Theorie hat schon LAZARUS geltend gemacht, daß es vollständig unmöglich ist, daß bei einer Blutung in die innere Kapsel, wo die Bahnen für die Extremitäten dicht gedrängt verlaufen, einzelne, bestimmte Fasersysteme für Arm und Bein verschont bleiben können; vielmehr wird ein Blutungsherd sie alle unterbrechen.

Das Auftreten von Hypertonien und Steigerung der Sehnenreflexe ist ja gerade der pathognostische Ausdruck für die Unterbrechung der Pyramidenbahnen.

Die Dissoziation der Muskelanordnung ist für LAZARUS die Ursache der dissoziierten Muskellähmung. Nach Zerstörung der Pyramidenbahn verhalten sich die Antagonisten und Agonisten proportional den physiologischen Verhältnissen, indem bei der Restitution der Lähmung die kräftigeren Muskeln ein relatives Uebergewicht an Kraft und Tonus entfalten.

MANN gab in Erwiderung auf den Lazarus'schen Aufsatz zu, daß diese Auffassung mit den Beobachtungen übereinstimmt. Zur Erklärung nahm MANN an, daß für die stärkeren Muskelgruppen günstigere Leitungswege in den Pyramidenbahnen zur Verfügung ständen. Diese besondere Beschaffenheit der Leitungsbahnen sei die letzte Ursache für die Dissoziation der Lähmungen.

Eine ganze Reihe von anderen Autoren haben ähnliche bezw. gleiche Anschauungen in Bezug auf die Dissoziation der Lähmungen und Kontrakturen ausgesprochen wie LAZARUS.

So hat schon vor ihm HERING angegeben, daß sich die Lähmungen ganz entsprechend der normalerweise vorhandenen Kräfteunterschiede zurückbilden.

Nach MONAKOW beteiligen sich die verschiedenen Muskeln gemäß ihrem Volumen an den Spasmen, sodaß die kräftigeren Muskeln das Uebergewicht gewinnen und damit die Stellung der Extremitäten bestimmen.

NOICA und DIMITRESCU schließen sich auf Grund ihrer Untersuchungen der Auffassung von DEJERINE an. Nach diesen Autoren ist die grobe Kraft aller Muskeln gleichmäßig herabgesetzt und es handelt sich nur um eine scheinbare Differenz. Diese Kraftdifferenz entspricht derjenigen, die bereits unter physiologischen Bedingungen zu konstatieren ist.

AUERBACH hat dann diese Theorien in seinen Arbeiten über die Lähmungstypen weiter ausgebaut und begründet.

Für die Verteilung der Lähmungen und damit auch der Kontrakturen sind für ihn vor allem energetische Gesichtspunkte maßgebend.

Unter Zugrundelegung der Muskelgewichte und der die Arbeitsleistung der einzelnen Muskeln erschwerenden Faktoren läßt sich nach dem gleichen Autor nicht nur der Lokalisationstyp der peripheren Lähmungen, sondern auch der der posthemiplegischen erklären.

Einen Einfluß auf die Arbeitsleistung der Muskeln und damit auf ihre Anstrengung haben eine ganze Reihe von Faktoren, z. B. Ueberwindung der Schwerkraft, Bewegungsrichtung der Muskeln (Abduktion und Adduktion), Häufigkeit der Muskelverrichtungen, funktionelle Zugehörigkeit zu einer leistungsfähigeren Muskelgruppe usw.

Diejenigen Muskelgruppen und Muskeln, so faßt AUERBACH zusammen, erlahmen am raschesten und vollkommensten bezw. erholen sich am langsamsten und am wenigsten, die die geringste Kraft — ausgedrückt durch das Muskelgewicht — besitzen und die ihre Arbeitsleistung unter den ungünstigsten physikalischen und physiologischen Bedingungen zu vollbringen haben, während die übrigen Muskeln von der Lähmung größtenteils verschont bleiben.

Diese AUERBACH'schen Feststellungen sind im wesentlichen mit unseren heutigen Anschauungen zu vereinbaren. Allerdings greift er das Problem, im Gegensatz zu den meisten Autoren, von einer anderen Seite an und betont, daß er in den Muskeln und in ihren Bewegungen das Primäre sieht, nach denen sich erst secundär die Bahnen und ihre Zentren ausbilden.

Befassen wir uns nun noch kurz mit den LEWANDOWSKI'schen Anschauungen, die die Reihe der älteren Theorien abschließen sollen.

Neben der Einwirkung der peripheren Sensibilität scheint ihm für die Ausbildung der Kontrakturen ein gewisser willensmäßiger Impuls wirksam zu sein. Dies Bestreben des Hemiplegikers zur willkürlichen Innervation führe zur typischen Verteilung der Kontrakturen, indem nämlich der Patient im Stadium der Restitution nur diejenigen Muskeln übt, die er zu den notwendigen Bewegungen benötigt, das sind am Arm die Beuger und Adduktoren; die Antagonisten werden vernachlässigt und nach dem SHERRINGTON'schen Gesetz von der reziproken Muskelinnervation gehemmt.

Wenn wir im folgenden nun phylogenetische Gesichtspunkte zur Erklärung der posthemiplegischen Kontrakturen heranziehen, so müssen wir uns noch zunächst mit der grundlegenden Arbeit MONAKOW'S befassen.

MONAKOW hält die Spätkontrakturen für eine durch Pyramidenbahn-Ausschaltung bedingten Störung des kinetischen Gleichgewichts. Von der Körperperipherie und den in der Rinde aufgespeicherten Spannkräfte psychischer Art

strömen dem Großhirn dauernd sensible Erregungswellen zu, die nach Unterbrechung der Pyramidenbahn keinen adäquaten Abfluß in Form von geordneten willkürlichen Bewegungen finden. Dieser ganze zentrifugale Erregungsstrom versetzt die subcorticalen Bewegungszentren in Haube, Brücke und verlängertem Mark in einen Reizzustand, der bis in die Vorderhornzellen ausstrahlt und die Muskeln zur Kontraktion anregt. Nach MONAKOW sind alle Muskeln dann in einem nicht allzu verschiedenen Grade spastisch. Den Prädilektionstyp erklärt er, wie oben erwähnt, durch überwiegende Aktion der kräftigeren Muskeln.

Wir wissen aber, daß auch die anfänglichen Spasmen nur in denjenigen Muskeln auftreten, die später Kontrakturen zeigen.

Die Wirkung der peripheren Sensibilität und Willenssphäre ist durchaus notwendig für die Entstehung der Kontraktur, aber es muß noch ein weiterer Faktor hinzukommen, der uns die Verteilung der Kontrakturen auf bestimmte Muskelgruppen verständlich macht.

FOERSTER untersuchte, warum diese Innervationsreize gerade denjenigen Muskeln zuströmen, die dann die Glieder in den charakteristischen Stellungen fixieren.

Er geht davon aus, daß die typischen Kontrakturstellungen und Bewegungssynergien bei den spastischen Lähmungen (insbesondere bei der spastischen Diplegie und infantilen Hemiplegie) die gleichen sind wie beim Neugeborenen und Kind in den ersten Lebensmonaten und erklärt diese Stelluung aus dem Persistieren der kindlichen Gliederhaltung, die er als eine „spezifisch subcorticale Lage" bezeichnet. Sowohl beim Neugeborenen als in den Fällen mit spastischen Lähmungen fehlen die Pyramidenbahnen.

Phylogenetisch betrachtet, sind die Pyramidenbahnen erst beim Menschen voll entwickelt, während die subcorticalen Bahnen in ihrer Funktion zugunsten der Pyramidenbahn zurückgebildet sind. Fallen nun die Pyramidenbahnen weg, so übernehmen die subcortico-spinalen Bahnen wieder einen Teil ihrer ursprünglichen Funktion.

Er behauptet, daß die „spezifisch subcorticale Lage" der Glieder, wie sie beim Neugeborenen und bei den spastischen Lähmungen auftreten, phylogenetisch bedingt sind.

FOERSTER sucht nun nachzuweisen, daß die Stellung der Glieder bei spastischen Lähmungen mit der Kletterhaltung der Affen (Anthropoiden) übereinstimmt.

Der bei der spastischen Lähmung von den subcorticalen Zentren und dem Rückenmarksgrau den Muskeln zugehende Innervationsstrom bevorzugt gerade diejenigen Muskelgruppen, so glaubt FOERSTER, die beim Affen in der ruhigen Kletterhaltungi nnerviert werden müssen.

Es ist nun erklärlich, fährt FOERSTER fort, daß der Beugetyp gerade beim Neugeborenen und bei angeborenen

spastischen Lähmungen deutlich zutage tritt, denn in diesen Fällen unterstehen die Muskeln noch ganz den subcorticalen Einflüssen, die auch bei kindlichen Hemiplegien bald wieder die Oberhand erlangen.

Die Streckkontraktur am Bein beim erwachsenen Hemiplegiker kommt nach FOERSTER dadurch zustande, daß hier die gleichseitige Hemisphäre mittels der ungekreuzten Fasersysteme und nicht die subcorticalen Zentren hervortreten. Die untere Extremität untersteht nach dem gleichen Autor viel mehr dem Einfluß der Rinde und weniger den subcorticalen Zentren, die durch Entwicklung zum aufrechten Gang stärker als am Arm ausgeschaltet werden müßten. Außerdem soll im Stadium der schlaffen Lähmung die Lagerung des Beines, wie sie durch die Eigenschwere bedingt ist, die Streckung begünstigen, eine Anschauung, die er in einer älteren Arbeit schon ausgesprochen hat. Vor dem Auftreten aktiver Beweglichkeit hält er die Ausbildung der Kontraktur weitgehend abhängig von der zufälligen Lagerung der Glieder und dem längeren Verweilen in dieser Stellung. Die Wiederkehr der aktiven Beweglichkeit hat dann einen erneuten Einfluß auf die weitere Ausgestaltung der Kontrakturen. Aber auch dann ist für FOERSTER das Verweilen in einer bestimmten Stellung maßgebend.

Er bezeichnet die Kontraktur als einen „subcorticalen Fixationsreflex", in dem bei Wegfall der Pyramidenbahn jede Muskelgruppe die Neigung hat, sich bei Annäherung ihrer Insertionspunkte dieser Verkürzung durch Spannungsentwicklung anzugleichen und in diesem Zustand zu verharren.

ROTHMANN hat bereits die Foerster'schen Theorien in verschiedenen Punkten widerlegt.

Die gelähmten Glieder verfallen keineswegs in Kontraktur in der Stellung, in der sie zufällig liegen. Dann müßte ja am Arm anfänglich eine Streckkontraktur auftreten, der im Stadium der schlaffen Lähmung ausgestreckt neben dem Körper liegt und die Beugekontraktur sich erst später durch stärkere aktive Funktion der Beuger entwickeln.

Dagegen ist zu beobachten, daß die Spasmen schon anfangs am stärksten in den Beugern auftreten. Es ist aber auch keineswegs so, daß mit Fortfall der Pyramidenbahn die Großhirnrinde keinen Einfluß mehr auf die subcorticalen Bewegungszentren hat, zumal diese Zentren noch besondere Verbindungswege zu der motorischen Rindenzone haben.

FOERSTER geht auch fehl in der Annahme, daß durch die Entwicklung zum aufrechten Gang für das Bein die subcorticalen Zentren stärker ausgeschaltet würden als für den Arm. Gerade das Gegenteil ist der Fall. Das Bein verharrt vielmehr im Bereich der Gemeinschaftsbewegungen als der Arm, der in seiner Eigenschaft als Greiforgan mit den komplizierten Bewegungssynergien stärker unter corticalem Einfluß stehen muß.

Den Prädilektionstyp der Kontrakturen beim erwachsenen Hemiplegiker kann uns die Foerster'sche Theorie keinesfalls erklären.

Entscheidend für die Ausbildung der Kontrakturen sind nach ROTHMANN vor allem die Ausgestaltung des aufrechten Ganges und die ausschließliche Verwertung des Armes als Greiforgan, eine Ansicht, die heute von einer ganzen Reihe von Autoren (Hasebroek, Stertz, Astwazaturoff, Skoblo, Minkowski u. a.) vertreten wird.

ROTHMANN legt weiter dar, daß durch den aufrechten Gang und die damit bedingte veränderte Inanspruchnahme der motorischen Zentren für einzelne Muskelgruppen die subcorticalen Zentren teilweise zurückgebildet und andererseits Ganglienzellengruppen, die besser eingeübte Muskeln versorgen, auch eine bessere anatomische Ausbildung erfahren haben als die ihrer Antagonisten.

Das Bein, das als Stützorgan in seiner Funktion dem Vierfüßerbein näher geblieben ist, restituiert früher als der Arm, weil wahrscheinlich auch unter physiologischen Bedingungen subcorticale motorische Zentren neben dem Großhirn eine umfangreiche Tätigkeit entfalten dürften.

Auf den Arm hingegen haben die phylogenetisch alten Zentren viel weniger Einfluß durch den völligen Funktionswechsel. Aus diesem Grunde erfolgt die Restitution an der oberen Extremität viel langsamer und unvollkommener.

Die wichtigen Synergien — Strecksynergie für die untere und Beugesynergie für die obere Extremität — sind in den subcorticalen Zentren fixiert, die nach Ausfall der Pyramidenbahn allmählich durch die zentripetalen Reize in einen Zustand der Uebererregbarkeit versetzt werden.

Die ersten motorischen Impulse sollen nach ROTHMANN von den subcorticalen Zentren ausgehen und dem Rückenmark über das extrapyramidale System zugeleitet werden.

Hiergegen müssen wir aber einwenden, daß wir keinerlei Beweise dafür haben, daß von den subcorticalen Zentren willkürliche Bewegungsimpulse ausgehen.

AUERBACH stimmt mit Rothmann betreffs Ausbildung der Kontrakturen im allgemeinen überein. Seiner Theorie folgend nimmt er aber an, daß die auftretenden Bewegungsimpulse nur oder vorwiegend in die zahlreicheren und vielleicht auch größeren Vorderhornzellen der stärkeren Muskelgruppen gelangen und dort gesteigerte Erregung verursachen, die zur Kontraktion der voluminöseren Agonisten führt, die die Restitution der schwächeren Antagonisten verhindert.

Im Gegensatz zu Rothmann betont er, daß sich der Einfluß der gesunden Hemisphäre bei den Restitutionsvorgängen von Anfang an geltend macht.

STERTZ widerspricht der Auffassung, daß bei Fortfall der Pyramidenbahn die peripheren sensiblen Reize einfach in eine

neue Bahn strömen, sondern glaubt vielmehr, daß sie auch dann intrapsychische Vorgänge auslösen, die zum Teil als Bewegungsabsichten auftauchen und, wenn möglich, verwirklicht werden.

Nach ihm entstehen die Kontrakturen folgendermaßen: Er geht davon aus, daß nur diejenigen Synergien subcortical verankert sind, die für die betreffende Art eine große Bedeutung haben, das sind für den Menschen der aufrechte Gang und die Greifbewegungen.

Nach dem Stadium der schlaffen Lähmungen treten diese lebenswichtigen Synergien in Erscheinung und bestimmen die Form der Restitution. Ausgelöst werden sie durch extrarolandische Großhirnreize.

Das periphere motorische Neuron ist nach Fortfall der Pyramidenbahn durch den ununterbrochenen Zustrom sensibler peripherer Reize in einen Zustand der Uebererregbarkeit geraten.

Zu diesem Erregungszustand kommen dann noch die willkürlichen Bewegungsimpulse hinzu, die sich in Form bestimmter Synergien umsetzen, also in denjenigen Muskeln, die nach unseren Beobachtungen zuerst eine gewisse Beweglichkeit erlangen. Eine einmalige (?) Kontraktion führt zur Kontraktur und verhindert nach dem Sherrington'schen Gesetz von der reziproken Innervation der Muskeln die Restitution der Antagonisten.

ASTWAZATUROFF glaubt, daß Stehen und Greifen spinale Reflexmechanismen darstellen, was aber keineswegs der Fall sein dürfte, besonders in Bezug auf die obere Extremität.

ASTWAZATUROFF ist der Meinung, daß sich bei Unterbrechung der Pyramidenbahn diese spinalen automatischen Reflexmechanismen frei produzieren. Den Prädilektionstyp faßt er als Ausdruck von Rudimenten elementarer Funktionen auf, die zu reflektorischen Mechanismen geworden sind.

Die Kontraktur der oberen Extremität reproduziert den Greifakt, die Kontrakturen im Bereich des Hüft- und Kniegelenkes den Stehakt, die Kontraktur des Fußes wiederum den Greifakt, der phylogenetisch älter ist als die plantare Eigenschaft des Fußes im Gehakt.

Nach SKOBLO kommen die Synkinesen beim Hemiplegiker durch Enthemmung distaler Gehirnteile bezw. durch Automatismus des Rückenmarks zustande. Stehen und Greifen, die phylogenetisch ältesten automatischen Leistungen, werden beim Hemiplegiker in Form der Streckkontraktur des Beines und Beugekontraktur des Armes produziert.

Eine besondere phylogenetische Betrachtungsweise entwickelt GIERLICH. Er sieht in dem Prädilektionstyp der hemiplegi-Lähmungen und Kontrakturen ein Ueberbleibsel altererbter Prinzipalbewegungen der Lokomotion des Proanthropus. Die lebenswichtige Prinzipalbewegung der Lokomotion ist der Fluchtsprung. In seiner zweiten Phase (Vorschnellen des

Körpers infolge Stoßwirkung der hinteren und Zugwirkung der vorderen Extremität) treten die Verlängerer der hinteren Extremität und die Verkürzer der vorderen gemeinsam in Aktion, also die gleichen Muskelgruppen, die bei der Restitution der hemplegischen Lähmung zuerst ihre Beweglichkeit erhalten und der Kontraktur verfallen.

Während für die erste Phase des Fluchtsprungs (Verkürzung der hinteren Extremität, Verlängerung der vorderen) die betreffenden Bewegungssynergismen für dauernd von den subcorticalen Zentren nach den motorischen Rindenzentren abwandern, sollen bei Pyramidenbahnunterbrechung die Synergien der zweiten Phase wieder in den subcorticalen Zentren vikariierend auftreten.

Bei den embryonalen oder im Säuglingsalter einsetzenden hemiplegischen Lähmungen zeigt sich nach GIERLICH die erste Phase des Fluchtsprungs, also Verkürzung der hinteren mit gleichzeitiger Verlängerung der vorderen Extremität.

Dies stimmt keineswegs mit dem zu konstatierenden Bilde der infantilen Hemiplegien überein, wo wir Beugekontrakturen am Arm und Bein beobachten.

Meiner Ansicht nach kann und braucht man nicht bei der phylogenetischen Betrachtung zur Erklärung des hemiplegischen Prädilektionstyps auf den Proanthropus zurückgreifen.

Ganz unverständlich ist vor allem GIERLICH's Annahme, warum gerade die Bewegungssynergien für die erste Phase des Fluchtsprunges dauernd nach der Cortex abwandern, während die der zweiten Phase zurückkehren sollen.

REICH zieht in seiner Arbeit „Analyse der hemiplegischen Kontraktur" noch die neuen Forschungsergebnisse über die Hals- und Stellreflexe zur Erklärung der Kontrakturen heran, mit der er sich zum Teil in Gegensatz zu den allgemeinen Anschauungen stellt.

So nimmt er an, daß nach Pyramidenbahnausschaltung ein Bewegungssystem zum Vorschein kommt, dessen Achse die Halsreflexe bilden, in welchem sämtliche Arten von Bewegungen (Reflexbewegungen, Mitbewegungen, willkürliche Bewegungen) ein unteilbares Ganzes bilden; er verwirft damit auch die These von Wernicke von der Dissoziation der Lähmungen. Die typische willkürliche Beweglichkeit der Beuger an der oberen und der Strecker an der unteren Extremität können nach seinen Untersuchungen durch Aenderung der Begleitbedingungen variiert werden. Dann sollen diese willkürlichen Bewegungssynergien als Mitbewegungen auftreten. Nach seiner Analyse soll jeder besonderen Kopflage eine andere Extremitätenstellung entsprechen, und bei Nichtberücksichtigung der individuellen Formunterschiede der Verkürzungs- bezw. der Verlängerungssynergien im allgemeinen zwei verschiedene Kopfstellungen Verkürzungs- und zwei andere Verlängerungssynergien der Extremität ergeben.

Daneben soll auch die zufällige Lagerung der gelähmten Extremitäten für die Ausbildung der zentralen reflektorischen Bewegungsdisposition eine Rolle spielen, indem die durch diese Lage gegebenen kinästhetischen Reize auf die durch die Déviation conjuguée geschaffene Bewegungsdisposition einwirken.

Auch Reich kommt zu dem Schluß, daß sich aus dem Zusammenspiel dieser Faktoren vor allem biologisch wichtige Bewegungskomplexe, wie Verlängerungs- und Verkürzungssynergien der Extremitäten, Greifbewegungen oder lokomotorische Prinzipalbewegungen ergeben.

Eine Sonderstellung nimmt die Theorie von LEIBOWITZ ein, die ich abschließend erwähnen möchte. Für die Ausbildung der Kontrakturen ist für ihn vor allem der sensible zentripetal gerichtete Erregungsstrom ausschlaggebend.

Er geht von den Ergebnissen und Lehren über Haut- und Tiefensensibilitätsreflexe und Eigen- und Fremdreflexe aus. In bezug auf die reflektorische Erregbarkeit glaubt er wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Muskelgruppen annehmen zu dürfen. Die Beuger sollen vor allem durch Hautreize, die Strecker durch proprioreceptive Reize erregt werden.

Am Bein ist für die Statik die Strecksynergie wichtig. Es würde einknicken, wenn die Streckmuskulatur nicht vor allem durch proprioreceptive Reize erregt würde.

Am Arm, wo keine statischen Faktoren einwirken, soll deshalb die Beugung stärker sein.

Die Hauptthese Leibowitz', daß die Beuger vorwiegend durch Hautreize, die Strecker vor allem durch proprioreceptive Reize reflektorisch erregt würden, entbehrt völlig der anatomischen und physiologischen Grundlage.

ZUSAMMENFASSUNG: Die im Residuärstadium der cerebralen Hemiplegie auftretenden typischen Kontrakturen sind wahrscheinlich so zu erklären, daß zunächst nach Fortfall der Hemmung infolge Pyramidenbahnunterbrechung die Vorderhornzellen des Rückenmarks durch den ununterbrochenen Zustrom peripherer sensibler Reize in einen Zustand der Uebererregbarkeit gelangen, was klinisch bald nach dem Ictus in Steigerung der Sehnenreflexe zum Ausdruck kommt.

Hierzu treten noch Bewegungsimpulse, die vorzugsweise denjenigen Muskeln zugeleitet werden, aus deren Zusammenspiel sich wichtige Bewegungskomplexe ergeben, für die obere Extremität der Greifakt in Gestalt der Beugesynergie und für die untere der Stehakt in Form der Strecksynergie.

Diese phylogenetisch alten Synergien, die nach Pyramidenbahnunterbrechung wieder zum Vorschein kommen und die in den subcorticalen Zentren verankert und vielleicht auch zum Teil durch Haltungs- und Stellreflexe geformt sind, werden wohl durch Großhirnreize ausgelöst und den Vorderhornzellen der „Prädilektionsmuskeln" über die subcortico-spinalen Bahnen zugeleitet.

Diese Muskelgruppen erlangen somit ihre Bewegungsfähigkeit wieder und kontrakturieren infolge der supranukleär-spastischen Natur der cerebralen Hemiplegie.

Literatur.

Alajouaine, Sur un type de paraplégie en flexion d'origine cérébrale Contribution à l'étude de l'automatisme médulare dans les lésions encéphaliques. Ref. Ztr. Bl. für d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 33. 1923,

Auerbach, Die Hauptursachen der häufigsten Lähmungstypen. Volkmanns Sammlung klin. Vortr. 1911. Nr. 633/34.

Auerbach, Das Gesetz der Lähmungstypen. Med. Klinik 1916. Nr. 14.

Austregsilo, Die Kontraktur b. d. sogen. Kapselhemiplegie ist pyramidal-extrapyramidal. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 54, 1930.

Astwazaturoff, Ueber die Natur der hemiplegischen Kontraktur. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 34, 1924,

Bergmann u. a., Handbuch der inneren Medizin, Bd. 5, 2. Auflage, 1925.

Bing, R., Kompendium der topischen Gehirn- und Rückenmarksdiagnostik. 9. Auflage, 1934.

Bing, R., Lehrbuch der Nervenkrankheiten. 4. Auflage, 1932.

Clivio, C., Contratture emiplegiche e sincinesi. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 54. 1933.

Foerster, Die Kontrakturen bei den Erkrankungen der Pyramidenbahn. Monographie Berlin 1906.

Foerster, Das phylogenetische Moment in der spastischen Lähmung. Berliner Klin. Wschr. 1913. Nr. 26.

Foix und Chavany, Sur la contracture pyramidale envisagée dans ses rapports avec les autres contractures. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 34, 1924.

Gierlich, Ueber die Beziehungen des Prädilektionstypus der hemiplegischen Lähmung zur phylogenetischen Entwicklung der Pyramidenbahn. Neurolog. Centralblatt. Bd. 39. 1920.

Hasebroek, Ueber infantile Muskelspannung und ihre phylogenetische Bedeutung für die spastische Kontraktur. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 28. 1909.

Hasebroek, Zur phylogenetischen Auffassung der spastischen Kontraktur. Berliner Klin. Wschr. 1913. Nr. 44.

Hitzig, Ueber die Auffassung einiger Anomalien der Muskelinervation. Archiv für Psychatrie. Bd. 3.

Lazarus, Ueber die Theorie der hemiplegischen Kontraktur und deren physikalische Behandlung. Zeitschr. f. diät. u. physikal. Therapie. Bd. 5. H. 7 u. Bd. 6. H. 2.

Leibowitz, Reflexmechanismus spastischer Lähmungen. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 54. 1930.

Lewandowski, Handbuch der Neurologie Bd. 1.

Lewandowski, Bemerkungen über die hemiplegische Kontraktur. Deutsche Ztschr. f. Nervenhlkde. Bd. 29. 1905.

Mann, Ueber das Wesen und die Entstehung der hemiplegischen Kontrakturen. Monatsschr. f. Psych. u. Neur. Bd. 4. 1898.

Mann, Ueber das Verhalten der Sehnenreflexe und der passiven Beweglichkeit bei der Hemiplegie. Monatsschr. f. Psych. u. Neur. Bd. 1. 1895.

Mann, Ueber die Theorie der hemiplegischen Kontraktur und deren physikalische Behandlung. Zeitschr. f. diät. u. physikal. Therapie. Bd. 5. H. 8. 1901/1902.

Mann, Ueber den Lähmungstyp bei der cerebralen Hemiplegie. Volkmanns Sammlung klin. Vortr. Nr. 132. 1895.

Monakow, Gehirnpathologie. 1905.

Munk, Ueber die Kontrakturen nach Großhirnerkrankungen. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 15. 1896.

Noica u. Dimitrescu, Sur la force musculaire des membres à l'état de contracture spasmodique. Ref. Neur. Ztr. Bl. Bd. 30. 1911.

Oppenheim, Lehrbuch der Nervenkrankheiten, 7. Auflage. 1923.

Pinéas, Eigenartige Zwangshaltung nach Hemiplegie. Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 80. 1923.

Reich, Analyse der hemiplegischen Kontraktur (gleichzeitig Beitrag zur Theorie der Bewegung). Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 50. 1928.

Rothmann, Ueber neue Theorien der hemiplegischen Bewegungsstörungen. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd, 24, 1905.

Rothmann, Die Restitutionsvorgänge bei den cerebralen Lähmungen in ihrer Beziehung zur Phylogenese u. ihre therapeutische Beeinflussung. Deutsche Ztschr. f. Nervenheilkunde. Bd. 50. 1913.

Simons, Kopfhaltung und Muskeltonus. Ztschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 80. 1923.

Skoblo, Ueber die biol. Natur der Synkinesen bei Hemiplegien. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 54, 1930.

Stertz, Die funktionelle Organisation des extrapyramidalen Systems und der Prädilektionstypus der Pyramidenbahnlähmung. Deutsche Ztschr. f. Nervenheilkunde. Bd. 68/69. 1923.

Visani, Le contratture tardive degli emiplegici. Ref. Ztr. Bl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 67. 1933.

Wernicke, Zur Kenntnis der cerebralen Hemiplegie. Berl. Klin. Wochenschr. Nr. 45. 1889.